



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift
⑩ DE 195 21 892 C 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 16 S 1/10

②1 Aktenzeichen: 195 21 892.2-24
②2 Anmeldetag: 16. 6. 95
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 8. 96

DUPLICATA

DE 195 21 892 C 1

Inn rhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Waggonfabrik Talbot GmbH & Co KG, 52070
Aachen, DE

⑦2 Erfinder:

Altenburg, Klaus, Dr.-Ing., 52146 Würselen, DE;
Goerres, Franz Peter, Dipl.-Ing., 52249 Eschweiler,
DE; Kreutz, Hans-Dieter, 52146 Würselen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 44 02 345 C1
DE 39 06 628 C3
DE 42 16 643 A1
GB 12 68 044

⑤4 Flächenelement und Verfahren zu dessen Herstellung

⑤7 Bei Flächenelement, das in Differentialbauweise aus min-
destens einer Deckplatte und einer Vielzahl von diese über
feste Verbindungen versteifenden Stegen aufzubauen ist,
werden erfindungsgemäß die festen Verbindungen minde-
stens zwischen den Durchstiche entlang der linienförmigen
Berührungsfläche zwischen den Stegen und der Deckplatte
erstrecken und durch thermisches Fügen von der von den
Stegen abgewandten Seite der Deckplatte her hergestellt
sind.

Ein Verfahren zur Herstellung dieses Flächenelements stützt
sich auf die moderne Laser-Schneide- und Schweißtechnik,
mit der hochgenaue Einzelteile herstellbar sind, die vor dem
thermischen Fügen exakt ineinandergesteckt werden kön-
nen.

DE 195 21 892 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein in Differentialbauweise aus Stegen und zwei Deckplatten hergestelltes Flächenelement gemäß Patentanspruch 1 und auf ein Verfahren zu dessen Herstellung gemäß Verfahrensanspruch 9.

Ein bekanntes, in seinem Innenraum geschlossene Waben bildendes Flächenelement (DE 39 06 628 C3) in geschweißter Sandwich-Bauweise besteht im wesentlichen aus einer oberen und einer unteren Deckplatte und diese beiden miteinander verbindenden, aufrechtstehenden und sich gitterförmig kreuzenden Blechstegen. Zur Vereinfachung der Herstellung des Flächenelements sind die Stege an ihren Kreuzungsstellen mittels randseitiger komplementärer Schlitzte ineinander steckbar.

Auch können aus den Deckplatten entlang dem Verlauf der Stege kurze Durchstiche ausgeschnitten sein, in welche von den Längskanten der Stege vorstehende Nasen einsteckbar sind. Damit wird bei sorgfältiger und maßgenauer Herstellung der Einzelteile eine gute Reproduzierbarkeit der Position der Stege im Verhältnis zu den Deckplattenflächen erzielt.

Schweißverbindungen zwischen den Stegen und den Deckplatten werden aber jeweils nur im sichtbaren Bereich der Durchstiche in den Deckplatten hergestellt, w die Nasen an den Stegkanten die Deckplatten durchdringen. Damit können natürlich nur punktuelle Verbindungen hergestellt werden. Nur beiläufig wird dort erwähnt, daß neben Schweißvorgängen, die mit Löchern oder Ausstanzungen arbeiten, auch Widerstandsschweißungen vorgenommen werden können.

Bei derartigen Sandwich-Flächenelementen gibt es zwei Hauptformen des Versagens bei Überlastung: in der einen Form knickt das gesamte Element zusammen, in der anderen Form reißt eine Deckschicht von der darunterliegenden Schicht — die durch Waben, Stege oder dgl. gebildet ist — ab und faltet sich auf.

Um letztere Versagens-Form möglichst zu vermeiden, wäre es notwendig, entlang der Deckschichtebene möglichst durchgehende Verbindungen zur innenliegenden Stegblech-Schicht zu schaffen.

Im Falle des bekannten Flächenelements steht dem entgegen, daß die Berührungsflächen zwischen den Stegen und den Innenseiten der Deckplatten nahezu linienförmig sind, weil die Stege zur Gewichtsminderung so dünn wie möglich ausgeführt werden sollen.

Andererseits ist es an sich bekannt (GB 1 268 044, DE 44 02 345 C1), Schweißverbindungen im T-Stoß von metallischen Stegen und Gurten mittels durchstechenden Laserschweißens herzustellen.

Die erstgenannte Druckschrift beschreibt lediglich prinzipiell diese Technik, ohne auf die Verfolgung des Nahtverlaufs beim T-Stoß einzugehen.

Die zweitgenannte Druckschrift sieht dagegen zum Verfolgen der Schweißnaht auf der vom Laserstrahl abgewandten Seite der Deckplatte angeordnete Sensoren vor, die den momentanen Verlauf des Stegs bezüglich der Deckplatte erfassen und die Vorschubrichtung dementsprechend steuern. Ansatz für diese Lösung war ein Stand der Technik (DE 42 16 653 A1), der es nicht erlaubt, Abweichungen von einer vorgegebenen Sollbahn des Nahtverlaufs zu ermitteln.

Das bekannte, sensorgesteuerte Verfahren ist offensichtlich zur Verbesserung des eingangs beschriebenen Flächenelements nicht anwendbar, denn es ist nicht möglich, die funktionsnotwendigen Sensoren nach dem Auflegen der zweiten Deckplatte noch innerhalb der

dann geschlossenen Waben anzuordnen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Festigkeit eines Flächenelements der eingangs genannten Art im Sinne der vorstehenden Kritik weiter zu verbessern, und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Flächenelements anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bezüglich des Flächenelements sowie mit den Merkmalen des nebengeordneten, auf ein Herstellungsverfahren gerichteten Patentanspruchs 9 gelöst. Die Merkmale der den selbständigen Ansprüchen jeweils nachgeordneten Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen des Flächenelements bzw. des Verfahrens an.

Mit einer hochgenauen Fertigung der Einzelteile z. B. auf einer programmgesteuerten Laserschneidanlage wird eine Grundvoraussetzung für die Herstellung von festen (Schweiß-)Verbindungen zwischen den Deckplatten und den Stegen von der Außenseite der Deckplatten her geschaffen. Die hier in Rede stehenden Einzelteile können mit hoher Präzision und hervorragender Reproduzierbarkeit aus Platinen hergestellt werden. Schachtelpläne erlauben eine maximale Materialausnutzung.

Schon beim Zuschneiden der Einzelteile werden ferner die als Lagecodierung bzw. Positionierhilfen vorzusehenden Formelemente wie Schlitzte und Nasen hergestellt. Sie vermindern den Vorrichtungsaufwand erheblich, weil die Einzelteile nicht mehr einzeln gespannt werden müssen. Dies wiederum hat den Vorteil, daß die Einzelteile mechanisch nicht durch Spannelemente belastet und ggf. unbeabsichtigt elastisch verformt werden.

Nach dem vorläufigen Zusammenstecken der Einzelteile, also der Deckplatte(n) und der Vielzahl der sich kreuzenden Stege, können die Koordinaten der Verbindungen auf der Deckplatte durch Übernahme der entsprechenden Daten aus der Schneidanlage exakt bestimmt und einer Schweißanlage programmgesteuert vorgegeben werden. Die Anlage muß natürlich zumindest für die ersten Verbindungen die Position des Flächenelement-Werkstücks auf ihrem Arbeitstisch exakt ermitteln können, um ihr eigenes Koordinatensystem mit den Koordinaten der herzustellenden Verbindungen in Übereinstimmung zu bringen. Hierzu gibt es mehrere Möglichkeiten, die später noch erörtert werden.

Für eine gute Durchbindung des thermischen Fügens von außen und für die spätere Dauerfestigkeit der Verbindungen ist es wichtig, daß ein fugenloser Kontakt zwischen den Stegkanten und der Innenseite der Deckplatten sichergestellt wird. Dieser kann z. B. durch Unterdruckspannen mit relativ geringen Druckdifferenzen erreicht werden, mit dem weiteren Vorteil, daß es keine störenden Spannelemente oder -gewichte auf der von der Schweißanlage zu befahrenden Fläche gibt.

Die erfindungsgemäßen Flächenelemente eignen sich insbesondere im Schienenfahrzeugbau zum Bilden von Untergestell-Plattformen und Seitenwänden; weitere Anwendungen werden sich überall da finden lassen, wo leichte, aber feste Flächenelemente benötigt werden.

Zur randseitigen Anbindung mehrerer Flächenelemente untereinander oder zu randseitigen Begrenzungsprofilen (z. B. bei Fahrzeugkarosserien an die Langträger oder an Voutenträger im Übergang zum Dach) werden vorzugsweise Kalfügetechnik n angewendet. Z. B. werden entlang den Rändern in den Deckplatten jedes Flächenelements Lochreihen vorgesehen, die in beiden Deckplatten exakt fluchten. Mittels dieser Lochreihen können die Flächenelemente mit Stiften

oder dgl. an U-Profile angebunden werden, welche den Rand der Flächenelemente mit ihren Schenkeln umgreifen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Gegenstands der Erfindung gehen aus der Zeichnung eines Ausführungsbeispiels und deren sich im folgenden anschließender eingehender Beschreibung hervor.

Es zeigen in vereinfachter Darstellung

Fig. 1 eine Explosionsdarstellung der Einzelteile eines Flächenelements,

Fig. 2 eine Ansicht eines zusammengebauten Flächenelements,

Fig. 3 eine randseitige Verbindung des Flächenelements mit einem Verbindungsprofil, und

Fig. 4 eine Schnittansicht des Flächenelements während des thermischen Fügens.

Gemäß Fig. 1 ist ein Flächenelement 1 in an sich bekannter Weise aus einem Gitter von Stegblechen 2, 3 aufgebaut, die von zwei Deckplatten 4 und 5 beidseitig abgedeckt sind. Die unter sich gleich hohen Stegbleche 2 und 3 sind jeweils mittels komplementärer Schlitzte 2S, 3S ineinander steckbar und bilden so schon vor dem Verbinden mit den Deckplatten eine stabile Gitterstruktur. Darüber hinaus sind an den deckplattenseitigen Rändern der Stegbleche in vorgegebenen Abständen Nasen 2N, 3N vorgesehen. Diesen entsprechen Durchstiche oder Schlitzte 4S, 5S in den Deckplatten. Die Gestaltelemente 2N, 3N, 4S, 5S können mittels moderner Schneidetechniken, insbesondere durch Laserschneiden, so genau und verzugfrei gefertigt werden, daß sich die Einzelteile 2 bis 5 kalt und mit geringen Flügekräften zu einem vorläufigen Ensemble zusammenfügen lassen. Die Kanten der Stegbleche 2, 3 sind dabei glatt genug, um sich fugenlos an die ebenfalls glatte Innenseite der Deckplatten 4, 5 andrücken zu lassen.

An den Rändern des Flächenelements können die Deckplatten in bekannter Weise umgefaltet werden, wobei dort wiederum an den Stellen, wo die Stege enden, Schlitzte in den Deckplatten-Rändern vorgesehen werden können, in die die Enden der Stege eingefügt werden können.

Fig. 2 zeigt eine Vollansicht eines relativ kleinen modularen Flächenelements, das entsprechend der Darstellung in Fig. 1 aufgebaut ist. Dort ist auch skizziert, wie die randseitige Anbindung der Flächenelemente vorbereitet werden kann. Die Deckplatten 4 und 5 sind entlang ihren Rändern mit Lochreihen 6 versehen, die durch in regelmäßigen Abständen ausgestochene Löcher 6L gebildet sind. Nach dem Zusammenfügen beider Deckplatten 4 und 5 mit dem Stegblech-Gitter sind die Löcher 6L in beiden Platten exakt ausgefluchtet. Sie bilden randseitige Anschlüsse der Flächenelemente 1, mit denen diese untereinander bzw. an randseitige Verbindungsprofile angeschlossen werden können.

Wie man aus Fig. 3 im Querschnitt besser erkennen kann, kann ein solches Verbindungsprofil 7 im wesentlichen einen U- oder Doppel-T-Querschnitt haben, wobei jeweils zwei Schenkel die Oberflächen-Ränder der Flächenelemente 1 entweder, wie hier dargestellt, außen umfassen oder exakt zwischen die beiden Deckplatten 4 und 5 einpaßbar sind. Letzteres wäre unter der Voraussetzung möglich, daß die d m Deckplatten-Rand nächstliegenden Stegbleche noch einen gewissen Abstand davon einhalten und/oder daß in den U-Schenkeln des Verbindungsprofils entsprechende Einschnitte zur Aufnahme der Stegblech-Enden vorgesehen sind.

Jedes Verbindungsprofil 7 ist mit einem Lochraster versehen, das exakt dem Lochraster 6 in den Deckplat-

ten 4 und 5 zu entsprechen hat. Nach dem Zusammenstecken von Flächenelement 1 und Verbindungsprofil 7 können dann kaltfügbare Verbindungselemente wie Stifte, Nieten, Schrauben 8 und dgl. durch die Löcher gesteckt werden, um einen festen Zusammenhalt zwischen dem Verbindungsprofil 7 und dem Flächenelement 1 herzustellen. Es ist selbstverständlich möglich, die Festigkeit der Verbindungen durch nachträgliches Punktschweißen oder dgl. langfristig sicherzustellen, wobei es auf einen möglichst geringen und lokal begrenzten Hitzeeintrag entscheidend ankommt, um durch Wärmedehnungen verursachten Verzug möglichst weitgehend auszuschließen.

Ein weiteres Merkmal des erfindungsgemäßen Flächenelements 1 sind Befestigungselemente in Gestalt von durch Rohrstücke 9 gebildeten Durchbrüchen 10, mittels denen Anbauteile mit dem Flächenelement verbunden werden können, ohne dieses erneut spanabhebend (bohren) bearbeiten zu müssen. Auch die hierfür notwendigen Durchstiche in den Deckplatten werden schon bei deren Ausschneiden aus dem Platinenmaterial hergestellt.

Die hohe Positionsgenauigkeit der Gestaltelemente "Durchstich" und "Nase" und die Verzugsfreiheit der Einzelteile nach deren Ausschneiden aus Platinen ermöglicht nun in einem weiteren Schritt eine gegenüber dem Stand der Technik wesentlich verbesserte Verbindung zwischen den Deckplatten und den Stegblechen. Die Durchstiche 4S und 5S spannen bekanntlich Verbindungslinien auf, die exakt dem geradlinigen Verlauf der Stegbleche 2 und 3 unterhalb der Deckplatten 4/5 folgen. Diesem Verlauf kann eine hochgenau arbeitende Laser-Schweißanlage programmgesteuert folgen, sobald ihr Anfangskoordinaten und die Ausrichtung des Werkstücks "Flächenelement" in bezug auf das anlageneigene Koordinatensystem eindeutig und genau vorgegeben worden sind. Es ist auch möglich, das anlageneigene Koordinatensystem auf das werkstückkeigene System zu adaptieren, d. h. die tatsächliche Position des Flächenelements auf dem Anlagentisch wird genau erfaßt, und das anlagenseitige Koordinatensystem wird auf diese Position transformiert. Die internen Werkstückkoordinaten können schon aus der Vorfertigung der Deckplatten übernommen werden, weil deren Durchstiche schon programmgesteuert erzeugt wurden.

Man kann zum Auffinden bzw. Ausnullen der Werkstückkoordinaten auf die Lochreihen zurückgreifen, indem z. B. eine Abtast-Schablone vorübergehend mittels der Lochreihen auf dem Werkstück festgelegt wird, deren Rand von der Schweißanlage abgetastet werden kann.

Es wird damit möglich, wie durch Versuche verifiziert werden konnte und in Fig. 4 schematisch angedeutet ist, mit dem Schweiß-Laserstrahl L von der Außenseite jeder Deckplatte 4, 5 her exakt dem Verlauf der — unsichtbaren — Stegbleche 2, 3 zu folgen und die Deckplatte 4, 5 entlang diesem Verlauf thermisch durchzustechen, wobei der Durchstichbereich D annähernd in der Mitte des zwischen 1 und 5 mm schmalen Randes des Stegblechs 2, 3 bzw. der Berührungsfläche zwischen dem Steg und der Deckplatte liegt. Beim Durchstechen mit dem Laserstrahl wird das Material der ebenfalls vorzugsweise zwischen 1 und 5 mm dicken Deckplatte in einem lokal eng begrenzten Bereich S aufgeschmolzen, ebenso der von unten dagegedrückte Randbereich des Stegblechs. Daraus resultiert eine autogene Verbindung beider Materialbereiche, die hohen Beanspruchungen gewachsen ist und selbst bei plastischer

Verformung des Flächenelements nicht reißt. Optimal ist die Verbindung dann, wenn die Kante des Stegblechs auf voller Breite aufgeschmolzen wird, weil dann keine nicht verbundenen Randspalte übrigbleiben.

Voraussetzung für eine dauerhafte Verbindung ist natürlich, daß Luftspalte zwischen der jeweiligen Deckplatte und dem Stegblech minimiert bzw. eliminiert werden. Das kann vorzugsweise durch Druckabsenkung im Innenbereich eines Flächenelements erreicht werden, also zwischen den Deckplatten 4 und 5 oder im Falle eines Flächenelements mit nur einer Deckplatte zwischen dieser und dem Maschinentisch sowie den umgrenzenden Stegblechen. Wegen der relativ großen Flächen reicht ein geringer Druckunterschied aus, um eine ausreichend hohe Anpreßkraft zwischen den Kantenflächen der Stegbleche einerseits und den Innenseiten der Deckplatten andererseits zu erzeugen und gleichzeitig Einbeulen der Deckplatten zu vermeiden.

Der Hitzeeintrag bzw. der Schmelzbereich ist beim Laserschweißen bekanntlich lokal und zeitlich so eng begrenzt, daß Verzugerscheinungen nicht auftreten bzw. äußerst geringfügig bleiben. Man kann sogar die Hohlräumen bzw. Kassetten des Flächenelements, die durch die Stegbleche und die Deckplatten umschlossen sind, mit Dämmmaterial und Korrosionsschutz ausrüsten, ohne daß diese beim Fügen beschädigt werden.

Mit dem vorstehend beschriebenen Flächenelement und den Merkmalen seiner Fertigung läßt sich also ein bestens reproduzierbares Bauteil erzeugen, das hohen Beanspruchungen bei geringem Eigengewicht standhalten kann.

Bevorzugt wird die Schweißung über die ganze Länge der Stege durchlaufen, also sich auch über die Durchstiche der Deckplatte bzw. Nasen der Stege erstrecken. Obwohl in deren Bereich dann keine feste Verbindung zwischen Deckplatte und Stegen entsteht, haben Versuche gezeigt, daß eine erhöhte Verformungsgefahr in diesem Bereich nicht besteht. Durch möglichst enges Einpassen der Nasen in die Durchstiche, das durch die Laserschneidtechnik erst ermöglicht wird, können sich die Stirnseiten der Nasen bei Schubkrafteinleitung in den Steg an den Enden der Durchstiche formschlüssig abstützen. Ein Aufwölben der Deckplatte in diesen Bereichen, die nur zwischen 5 und 10 mm lang sind, wird dadurch auch bei extremen Krafteinleitungen (z. B. Crash) behindert.

Die Stege 2 und 3 können, abweichend von der bildlichen Darstellung des Ausführungsbeispiels, zur Beeinflussung des Verformungsverhaltens des Flächenelements bei Überlast geschlossene, nicht bis zu ihrem Rand durchlaufende Ausschnitte in verschiedenen Formen (rund, oval, eckig, schlitzförmig) und Größen aufweisen, die problemlos und rationell beim Ausschneiden mittels Laserstrahls hergestellt werden können. Mit diesen Ausschnitten — bzw. gezielten Materialschwächungen — kann man z. B. die Verformungszone in den Rand des Flächenelements verlegen. Man kann aber auch unterschiedlich widerstandsfähige Flächenelemente im Längsverlauf eines Fahrzeug-Untergestells vorsehen, um die Hauptverformung im Fall einer Kollision (Crash) an die Fahrzeugenden bzw. die Einstiegsbereiche zu verlegen.

Patentansprüche

1. Flächenelement, in Differentialbauweise aus zwei Deckplatten (4, 5) und einer Vielzahl von die Deckplatten über feste Verbindungen versteifenden und

miteinander verbindenden, insbesondere sich zur Bildung von Kassetten gitterförmig kreuzenden Stegen (2, 3) gebildet, wobei

- jede Deckplatte (4, 5) entlang dem Verlauf der winklig mit ihren Rändern aufgesetzten Stege (2, 3) mit Durchstichen (4S, 5S) versehen ist, in welche an die Ränder der Stege (2, 3) angeformte Vorsprünge (2N, 3N) zwecks genauer Positionierung vor der Herstellung der festen Verbindungen eingesteckt sind,
 - die festen Verbindungen von der von den Stegen (2, 3) abgewandten Seite der Deckplatte (4, 5) her durch thermisch durchdringendes Fügen mittels Laserschweißen hergestellt sind und sich in der Berührungsfläche zwischen den Stegen (2, 3) und der Deckplatte (4, 5) entlang den von den Durchstichen (4S, 5S) aufgespannten Verbindungslinien mindestens in den zwischen den Durchstichen (4S, 5S) liegenden Bereichen erstrecken,
 - die besagten aufgespannten Verbindungslinien während der Herstellung der thermischen Fügeverbindungen durch den Schweiß-Laserstrahl (L) ausschließlich aufgrund der Werkstückkoordinaten verfolgt sind.
2. Flächenelement nach Anspruch 1, dessen Stege (2, 3) ebenso wie die Deckplatte (4, 5) aus 0,4 bis 5 mm dickem Blech hergestellt sind.
 3. Flächenelement nach Anspruch 1 oder 2, in dem die Vorsprünge (2N, 3N) und Durchstiche (4S, 5S) zwischen 4 und 20 mm lang sind.
 4. Flächenelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dessen sich kreuzende Stege (2, 3) komplementäre Einschnitte (2S, 3S) aufweisen, mittels deren sie vor dem Fügen ineinander einsteckbar sind.
 5. Flächenelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dessen Deckplatten (4, 5) entlang ihren Außenrändern Lochreihen (6) aufweisen, die zur Verbindung mehrerer Flächenelemente (1) untereinander oder eines Flächenelements mit einem Verbindungsprofil durch kaltfügbare Verbindungsmittel vorgesehen sind.
 6. Flächenelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, in dem parallel zu seinem Rand eine Reihe von Öffnungen ausgebildet ist, die insbesondere zum Befestigen von Anbauteilen an dem Flächenelement dienen.
 7. Flächenelement nach Anspruch 6, in dem die Öffnungen durch Rohrabchnitte gebildet sind, die in entsprechende Ausnehmungen der Deckplatten eingesetzt und darin unlösbar befestigt sind.
 8. Flächenelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, dessen Stege (2, 3) zur Beeinflussung des Verformungsverhaltens des Flächenelements bei Überlast geschlossene, nicht bis zu ihrem Rand durchlaufende Ausschnitte aufweisen.
 9. Verfahren zum Herstellen eines Flächenelements, das in Differentialbauweise aus zwei Deckplatten und einer Vielzahl von die Deckplatten über feste Verbindungen versteifenden und miteinander verbindenden Stegen gebildet ist, wobei
 - jede Deckplatte beim Ausschneiden aus einer Halbzeugplatte entlang dem vorgegebenen Verlauf der winklig mit ihren Rändern aufzusetzenden Stege mit Durchstichen versehen wird,
 - an die Ränder der Stege den Durchstichen

entsprechende Vorsprünge angeformt werden, um ein Zusammenstecken der Stege und der Deckplatten vor der Herstellung der festen Verbindung zu ermöglichen,

— die festen Verbindungen zwischen den Stegen und der mindestens einen Deckplatte von der von den Stegen abgewandten Außenseite der Deckplatte her durch durchstechendes Aufschmelzen mittels Laserschweißen entlang dem Verlauf der Stege hergestellt werden und — der Nahtverlauf ausschließlich durch Verfolgen der Verbindungslinien zwischen den Durchstichen gesteuert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem ein Anpreßdruck zwischen den Kanten der Stege und den Innenseiten der Deckplatten durch Druckabsenkung im Innenbereich des Flächenelements erzeugt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Position des Flächenelements gegenüber der Schweißanlage durch Abtasten der Kanten einer vorübergehend mit dem Flächenelement verbindbaren Schablone ermittelt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein anlageneigenes Koordinatensystem selbstlernend auf die ermittelte tatsächliche Position des Flächenelements im Verhältnis zu der Schweißanlage transformiert wird, um dem Verlauf der Stege unterhalb der Deckplatten zu folgen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

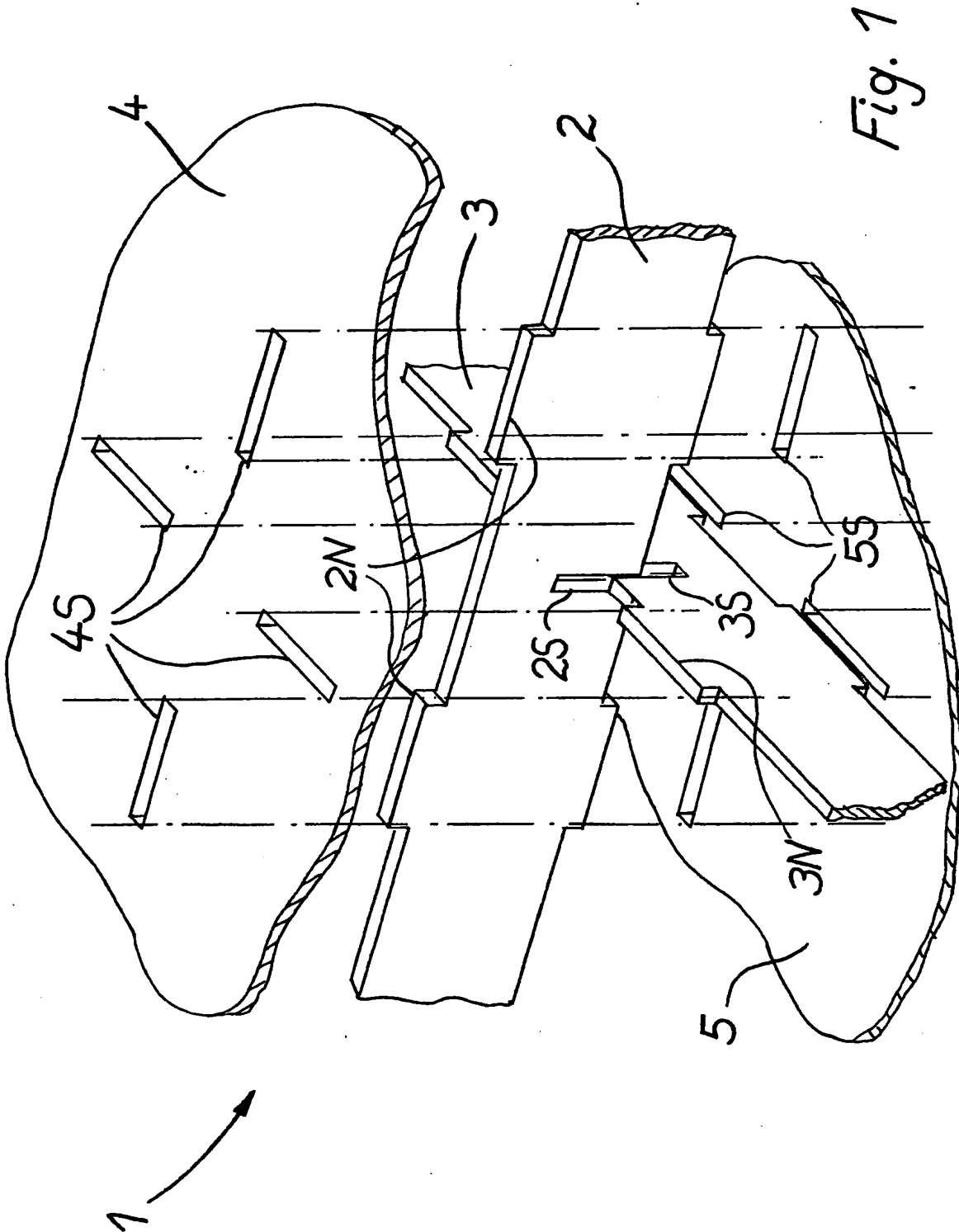
- Leers it -

SECRET
NOFORN
NOEYES

SECRET
NOFORN
NOEYES

SECRET
NOFORN
NOEYES
NOFORN
NOEYES

SECRET
NOFORN
NOEYES
NOFORN
NOEYES
NOFORN
NOEYES



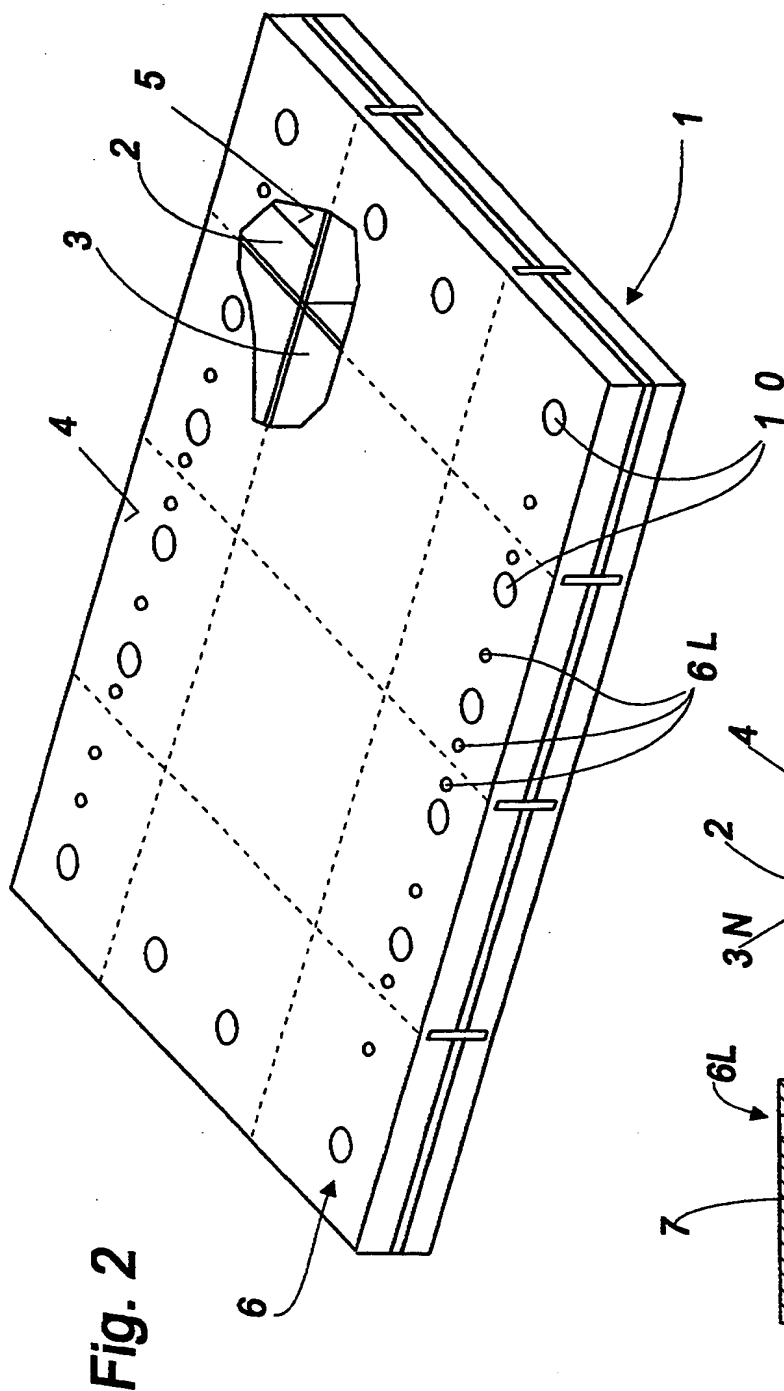


Fig. 2

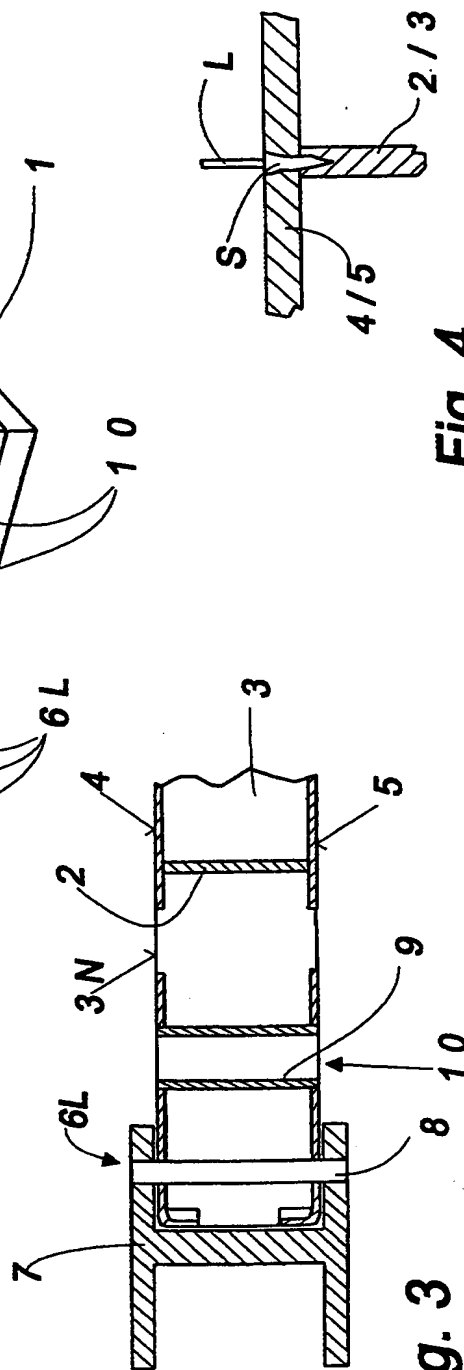


Fig. 3

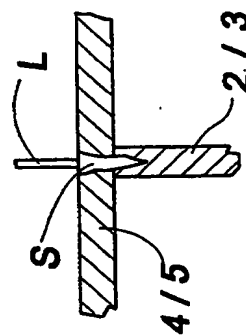


Fig. 4